

砕石地盤改良機 (エコジオ) による地盤改良効果の検証

三重大学大学院 国際会員 酒井 俊典 ・ 辻 賢典

(株)尾鍋組 正会員 ○尾鍋 哲也

締固め砕石杭, 支持力, 平板载荷試験

1. はじめに

軟弱地盤上に小規模構造物を建設する際、支持力不足、不等沈下等により構造物に多大な被害を及ぼすおそれがあるため、その対策として、現在砕石を用いた地盤改良工法が提案され施工が行われてきている。しかし、これらの小規模構造物を対象とした従来の工法では、ケーシングを使用しないため、掘削孔が崩壊する可能性のある地盤では容易に施工を行うことが難しい問題がある。

これに対し、著者らは、掘削中に地盤崩壊を防止できるオーガー機能を有したケーシングを用いることで掘削を行い、ケーシング内には砕石を自由に投入できるとともに、先端スクリーにより締固めを行う、小規模な場所でも地盤改良が可能な砕石地盤改良機 (エコジオ) の開発を行った。本論では、エコジオの概要を示すとともに、軟弱地盤を対象に実施した本装置による地盤改良効果の確認試験から、本装置の地盤改良効果の有効性について報告を行う。

2. 装置の概要

装置の概要を図-1に示す。本装置は、内部が空洞のオーガー機能を有するケーシングにより地盤を掘削することでケーシングを地盤内に挿入し、ホッパーを介してケーシング内に砕石を投入しながらケーシングだけを引抜き、ケーシング先端から排出された砕石を先端スクリーによって締固めることで、孔周囲の土の崩壊を確実に防ぎながら、砕石改良体を作成する装置である。図-2に示すように、本ケーシングの一部はゴムの扉 (EG ドア) となっており、このゴム扉により、砕石投入ホッパーの昇降を必要とせず定位置から自由に砕石を投入することが可能である。本装置のケーシングの外径は32cmで、ケーシング外周には掘削のための4cm幅の外部スクリーを取り付けており、掘削孔の直径は約40cmとなる。図-3に施工手順を示す。施工は、まず所定の位置に装置をセットした後、ケーシングによって所定の深さまで掘削し、その後ケーシ



図-1 エコジオ装置



図-2 ケーシングの状況

ングのゴム扉を開けてホッパーをセットし、このホッパーから連続的に砕石を投入しながら、先端スクリーで締固めを行うことで砕石地盤の構築を行う。砕石地盤の締固め

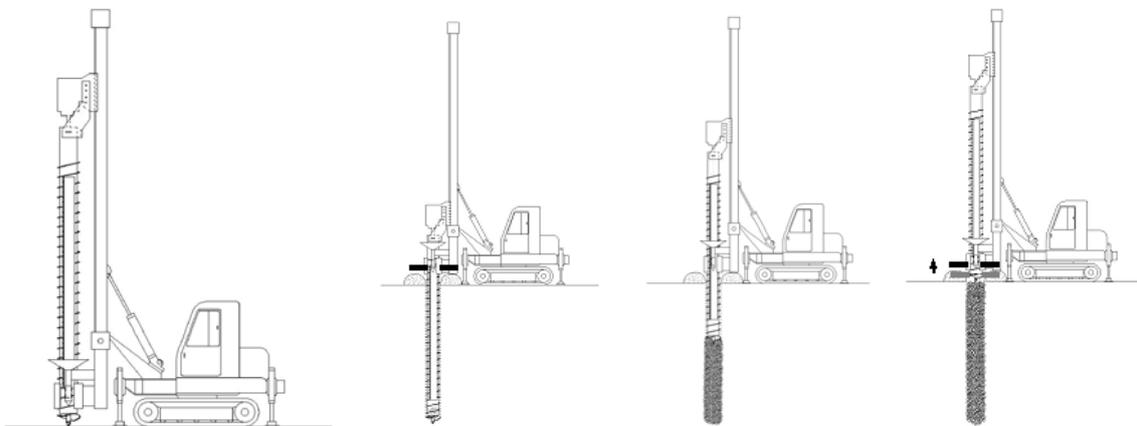


図-3 エコジオ装置による施工手順

An evaluation of bearing capacity on the ground improved by the gravel pier

Toshinori Sakai and Yoshinori Tsuji : Mie University

Tetsuya Onabe : Co. Ltd Onabe-Kumi



図-4 現場状況

表-1 SS 試験結果

| スウェーデン式サウンディング試験 | | | | | | | 記録用紙 |
|-------------------|-------------------|-------------|------------------|------------------|-----------------------------------|-------|---------|
| 調査名・調査地点：六軒土場 | | | | | | | |
| 調査番号：S-1 | | | | | | | |
| 調査年月日：2008年11月14日 | | | | | | | |
| 標高：1.26 | | | | | | | 試験者：森 理 |
| 天候：晴れ | | | | | | | |
| No. | 荷重 Waw (kg) | 平均転数 N a | 貫入深さ D (m) | 貫入量 L (cm) | 1m当たりの 平均転数 N _{av} | 記 事 | |
| 1 | 100.00 | 0.00 | 0.08 | 8 | 0 | 0換算N値 | |
| 2 | 100.00 | 8.00 | 0.25 | 17 | 47.5 | | |
| 3 | 100.00 | 96.00 | 0.50 | 25 | 384.27 | | |
| 4 | 100.00 | 103.00 | 0.75 | 25 | 412.29 | | |
| 5 | 100.00 | 37.00 | 1.00 | 25 | 148.11 | | |
| 6 | 100.00 | 106.00 | 1.25 | 25 | 454.30 | | |
| 7 | 100.00 | 25.00 | 1.50 | 25 | 100.8 | | |
| 8 | 100.00 | 3.00 | 1.75 | 25 | 12.2 | | |
| 9 | 100.00 | 0.00 | 2.25 | 50 | 0 | 0自沈 | |
| 10 | 100.00 | 13.00 | 2.50 | 25 | 52.5 | | |
| 11 | 100.00 | 34.00 | 2.75 | 25 | 136.11 | | |
| 12 | 100.00 | 38.00 | 3.00 | 25 | 152.12 | | |
| 13 | 100.00 | 26.00 | 3.25 | 25 | 104.8 | | |
| 14 | 100.00 | 21.00 | 3.50 | 25 | 84.7 | | |
| 15 | 100.00 | 33.00 | 3.75 | 25 | 132.10 | | |
| 16 | 100.00 | 50.00 | 4.00 | 25 | 200.15 | | |
| 17 | 100.00 | 52.00 | 4.25 | 25 | 208.15 | | |
| 18 | 100.00 | 48.00 | 4.50 | 25 | 192.14 | | |
| 19 | 100.00 | 52.00 | 4.75 | 25 | 208.15 | | |
| 20 | 100.00 | 64.00 | 5.00 | 25 | 256.19 | | |

掘削深 3.1m

旧田面

掘削深 2.1m

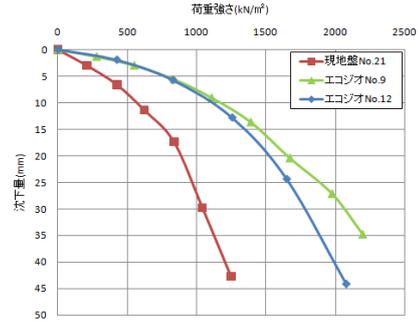


図-5 荷重-沈下曲線（現況地盤）

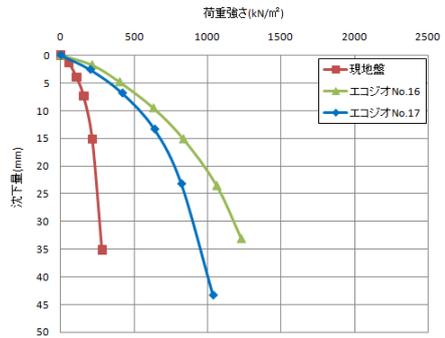


図-6 荷重-沈下曲線（旧田面付近）

は、ケーシングを10cm上昇させる毎に3kN・m以上の締固めトルクが得られるまで先端スクリーを回転させることで行う。なお、本装置は掘削時の状況を管理出来るように管理装置を取付け、ケーシング上昇量、締固めトルクおよび砕石投入量の管理を管理装置により行い、改良地盤の品質が一定となるよう管理できるようになっている。

3. 地盤改良効果の検証

図-4に現場状況を示す。現場は、休耕田の上に1.5m程度の盛土を行っており、スウェーデン式サウンディング試験の結果（表-1）では、旧田面以下での換算N値は低く自沈層も見られる。試験は、換算N値が高い盛土面および換算N値が低い旧田面付近の2カ所で行い、砕石改良深度は盛土面から3.1m、旧田面付近からは2.1mとした。なお、本地点の地下水位は、旧田面のGL-1.5m付近にあり、旧田面付近における試験では湛水する状況であった。また、改良砕石地盤の確認は、平板荷重試験により行った。

図-5は、盛土面から3.1mと現況地盤の荷重-沈下曲線を示したものである。同一沈下量に対する荷重は砕石改良地盤において大きくなっており、本装置による砕石地盤改良により支持力を高める効果が認められる。また、同一荷重に対する沈下量は現況地盤で高く、砕石地盤改良による沈下抑制効果も確認できる。図-6は、旧田面付近から2.1mの砕石改良地盤と現況地盤の荷重-沈下曲線を示したものである。旧田面付近における現況地盤の支持力は極端に低く、荷重に伴い急激な沈下が進行する。これに対し、砕石による地盤改良を行った地盤では、明瞭に支持力の増加および変形の抑制効果が認められる。

図-7は、盛土面から25cm毎に掘削を行い、砕石改良地盤の砕石部分の直径を測定した結果である。エコジオ工法

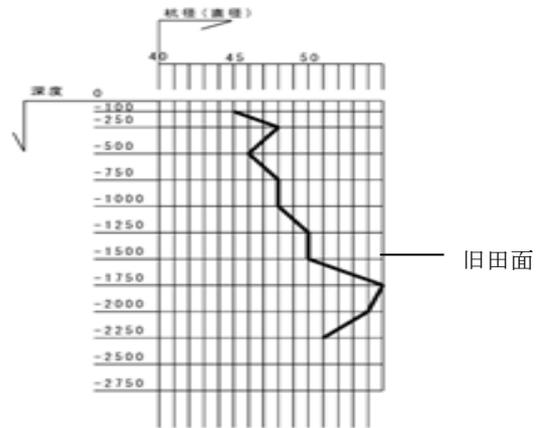


図-7 砕石改良地盤の深度毎の直径

のケーシング掘削径は約40cmであるものの、先端スクリーの締固め効果により砕石が外側に広がり、砕石改良体の直径は大きくなっており、特に換算N値が低い旧田面以下では50cm以上となっている。

4. おわりに

エコジオ工法による砕石地盤改良効果の確認を平板荷重試験により行った結果、現況地盤の支持力および変形を改善できることを確認した。また、砕石改良体の直径は、先端スクリーの締固め効果により実際の掘削径より大きくなり、確実に締固めが行われているものと考えられた。以上の結果、地盤改良を行う際の作業性および確実性も考慮に入れると、エコジオ工法は有効な地盤改良工法であると考えられる。